

## CUALIFICACIÓN PROFESIONAL:

### Desarrollo y gestión de proyectos de fabricación inteligente en la industria

Familia Profesional:	<i>Instalación y Mantenimiento</i>
Nivel:	<b>3</b>
Código:	<b>IMA792_3</b>
Estado:	<b>BOE</b>
Publicación:	<b>RD 884/2022</b>

### Competencia general

Desarrollar y gestionar proyectos de adaptación de procesos productivos, identificando los objetivos de producción, teniendo en cuenta los indicadores clave de rendimiento (KPIs) y aplicando tecnologías avanzadas de control de la producción y los requerimientos de calidad y seguridad.

### Unidades de competencia

- UC2639\_3:** INTEGRAR METROLOGÍA E INSTRUMENTACIÓN INTELIGENTE EN PROCESOS PRODUCTIVOS
- UC2645\_3:** Caracterizar procesos productivos inteligentes
- UC2646\_3:** Integrar entornos conectados a red e internet de las cosas
- UC2647\_3:** Realizar el modelo virtual de procesos productivos y/o máquinas

### Entorno Profesional

#### Ámbito Profesional

Desarrolla su actividad profesional en el área de producción dedicadas al desarrollo y gestión de proyectos fabricación industrial, en entidades de naturaleza pública o privada, empresas de tamaño pequeño/mediano /grande o microempresas, tanto por cuenta propia como ajena, con independencia de su forma jurídica. Desarrolla su actividad dependiendo, en su caso, funcional y/o jerárquicamente de un superior. Puede tener personal a su cargo en ocasiones, por temporadas o de forma estable. En el desarrollo de la actividad profesional se aplican los principios de accesibilidad universal y diseño universal o diseño para todas las personas de acuerdo con la normativa aplicable.

#### Sectores Productivos

Se ubica en el sector productivo de la industria y del sector de empresas de servicios, ingeniería y arquitectura.

#### Ocupaciones y puestos de trabajo relevantes

Los términos de la siguiente relación de ocupaciones y puestos de trabajo se utilizan con carácter genérico y omnicomprendivo de mujeres y hombres.

- Trabajadores que requieren como especialización en su competencia profesional la aplicación de técnicas de fabricación inteligente

### Formación Asociada (300 horas)

#### Módulos Formativos

- MF2639\_3:** METROLOGÍA E INSTRUMENTACIÓN INTELIGENTE (60 horas)
- MF2645\_3:** Procesos productivos inteligentes (120 horas)
- MF2646\_3:** Entornos conectados a red e Internet de las cosas (60 horas)
- MF2647\_3:** Modelos virtuales en procesos productivos y/o máquinas (60 horas)

## UNIDAD DE COMPETENCIA 1

### INTEGRAR METROLOGÍA E INSTRUMENTACIÓN INTELIGENTE EN PROCESOS PRODUCTIVOS

Nivel: 3  
Código: UC2639\_3  
Estado: BOE

#### Realizaciones profesionales y criterios de realización

**RP1:** Determinar los requisitos de captación de datos y su medida en cada etapa del proceso, aplicando criterios de optimización y eficiencia, verificando que son conformes a las características establecidas en el proyecto de mantenimiento industrial encargado.

**CR1.1** Los puntos para la sensorización con criterios de optimización de las operaciones a realizar se especifican, seleccionando las tecnologías de captación de datos.

**CR1.2** Las especificaciones metrológicas de cada elemento de campo se determinan, estableciéndolas según las especificaciones del proyecto de mantenimiento encargado.

**CR1.3** Las condiciones de compensación frente a parámetros secundarios que son de aplicación a cada elemento de campo se determinan, verificando la cadencia de medición y el tiempo de respuesta necesario a emplear en cada uno de ellos.

**RP2:** Especificar los requisitos de conectividad de los elementos de campo inteligentes, analizando las tecnologías de comunicaciones implantadas, estableciéndolas según especificaciones del proyecto de mantenimiento industrial encargado.

**CR2.1** Las necesidades de sensorización en función del grado de automatización e integración, así como de su relación coste/beneficio se analizan, especificando el tipo de conectividad adecuado para los elementos de campo inteligentes.

**CR2.2** El elemento de campo y el sistema de control para el establecimiento de la comunicación se configuran, comprobando que son conformes a las exigencias establecidas en el proyecto de mantenimiento industrial encargado.

**CR2.3** La comunicación del elemento de campo con el sistema de control del proceso se produce según los requisitos establecidos, verificando que son conformes a las exigencias del proyecto de mantenimiento encargado.

**RP3:** Integrar los elementos de campo con el sistema de control, determinando su funcionamiento autónomo o su aportación al sistema, según proyecto de mantenimiento industrial encargado.

**CR3.1** La información a intercambiar entre el sistema de control y elemento de campo se determina, seleccionando éste según las tecnologías de comunicaciones existentes.

**CR3.2** El elemento de campo se configura, previamente instalado, con los parámetros de comunicaciones y funcionamiento autónomo en su caso, comprobando que son conformes a las exigencias del proyecto de mantenimiento encargado.

**CR3.3** El funcionamiento del elemento de campo se establece, según los requisitos establecidos, verificado que son conformes a las exigencias del proyecto de mantenimiento encargado.

**RP4:** Determinar la aplicación de los sistemas de visión artificial, láser y luz estructurada, integrándolos en el proceso de mantenimiento del proyecto encargado.

**CR4.1** Los puntos del sistema en los que serían de aplicación los sistemas de visión artificial se identifican, valorando los sistemas y/o aplicaciones de visión artificial, láser y luz estructurada existentes en el mercado a aplicar.

**CR4.2** La solución óptima y eficiente para dar respuesta a las necesidades del sistema en cuanto a la aplicación de sistemas de visión artificial, láser y luz estructurada se proponen, comprobando que son conformes al proyecto de mantenimiento encargado.

**CR4.3** Los sistemas de visión artificial, láser y luz estructurada seleccionados se configuran, previamente instalados, verificando el funcionamiento de los sistemas implantados.

**CR4.4** La mejora en los parámetros de funcionamiento del sistema que suponen los sistemas de visión artificial, láser y luz estructurada aplicados se valoran, comprobando que son adecuadas a las exigencias establecidas de mejora en el proyecto de mantenimiento encargado.

## Contexto profesional

### Medios de producción

Sistema de proyección. Ordenadores en red y con acceso a internet. Sistemas de reprografía. Equipos y herramientas de mecanizado manual. Equipamientos y elementos de medición y control. Equipamiento para la realización de mediciones y verificación de elementos. Mecanismos. Elementos para montaje y/o simulación de sistemas hidráulicos, neumáticos, electro-hidráulicos y electro-neumáticos. Herramientas portátiles para mecanizado. Simuladores de estaciones: distribución, verificación, procesamiento, robots y otros. Automatas programables. Equipos de verificación y medida. Software de aplicación. Componentes neumáticos, hidráulicos, electro-hidráulicos y electro-neumáticos: válvulas, actuadores, indicadores y otros. Elementos de mando y maniobra. Bombas, motores y cilindros hidráulicos. Acumuladores hidráulicos. Elementos de protección. Contadores de energía activa y reactiva monofásicos y trifásicos. Luxómetro. Transformadores. Polímetros. Fuentes de alimentación. Frecuencímetros. Equipos de neumática, hidráulica, electro-neumática y electro-hidráulica. Equipos de electrónica de potencia. Osciloscopios. Inyector de señales. Herramientas y máquinas portátiles de mecanizado para electricidad. Bancos de ensayos, control, regulación y acoplamiento de máquinas eléctricas estáticas y rotativas. Pinzas amperimétricas. Tacómetros. Diversos tipos de motores. Fuentes de alimentación. Transformadores monofásicos. Arrancadores progresivos y variadores de velocidad. Equipos para electrotecnia. Equipos para construcción de cuadros eléctricos. Paneles para las Instalaciones de circuitos de electricidad-electrónica. Elementos y equipos de comunicaciones industriales. Equipamientos y elementos de medición y control. Cámaras de termografía infrarroja y ultrasonidos. Equipamiento para la realización de ensayos. Equipos de protección individual y colectiva asociada al puesto de trabajo.

### Productos y resultados

Determinación de los requisitos de captación de datos y su medida en cada etapa del proceso. Especificación de los requisitos de conectividad de los elementos de campo inteligentes. Integración de los elementos de campo con el sistema de control. Determinación de la aplicación de los sistemas de visión artificial, láser y luz estructurada.

### Información utilizada o generada

Normas, fórmulas y datos de tiempos para el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo. Históricos de equipos e instalaciones de maquinaria y equipo industrial. Proyectos y esquemas de conjunto y detalle de las instalaciones. Listados de repuestos. Fichas de equipos y componentes. Diagramas de proyecto y procesos de mantenimiento. Históricos de mantenimiento. Informes y memorias técnicas de mantenimiento de equipos y sistemas. Listas de materiales. Especificaciones técnicas de equipos y sistemas. Documentación técnica de referencia. Normativa técnica asociada al mantenimiento industrial. Proyecto sobre prevención de riesgos laborales.

## UNIDAD DE COMPETENCIA 2

### Caracterizar procesos productivos inteligentes

Nivel: 3  
Código: UC2645\_3  
Estado: BOE

#### Realizaciones profesionales y criterios de realización

**RP1:** Caracterizar sistemas de fabricación inteligente, determinando las técnicas de ingeniería de producción y tecnologías avanzadas que optimicen los procesos productivos.

**CR1.1** Los objetivos de producción del sistema se establecen, definiendo las etapas de producción según los objetivos establecidos en el proyecto de fabricación inteligente.

**CR1.2** Los indicadores clave de rendimiento (KPIs), para cada etapa de producción se identifican, seleccionando la tecnología adecuada para cada etapa y analizando las ofertas de los OEMs (Original Equipment Manufacturer - Fabricante Original de Equipamiento) del sector.

**CR1.3** Los medidores, captadores y sensores, entre otros se determinan, teniendo en cuenta los aspectos metrológicos que aplican a los diferentes procesos y/o tecnologías.

**CR1.4** La interacción de los parámetros del sistema en su optimización se considera, verificando la incorporación de tecnologías inteligentes que faciliten la consecución de los KPIs del proceso.

**RP2:** Establecer parámetros de seguridad en el diseño del proceso productivo inteligente, aplicando protocolos de la fabricación industrial.

**CR2.1** La normativa aplicable, con independencia del ámbito territorial, relativa a la seguridad se determina, identificando los principios de seguridad establecidos por ésta que son de aplicación en el proceso productivo y en las máquinas de la instalación.

**CR2.2** El estado actual de los procesos y de las máquinas de la instalación a la luz de los principios de seguridad identificados se caracterizan, aplicando los parámetros establecidos en el encargo de diseño de fabricación inteligente.

**CR2.3** Los estudios de casos de seguridad (Safety Cases) necesarios para justificar que los sistemas son seguros para las aplicaciones y los entornos operativos específicos se realizan, verificando que son conformes con el encargo de diseño de fabricación inteligente.

**CR2.4** La evaluación de riesgos necesaria para identificar y valorar los riesgos más probables asociados a los procesos y a las máquinas se realiza, definiendo los parámetros relativos a la seguridad a tener en cuenta en el diseño o modificación de los procesos productivos inteligentes.

**RP3:** Establecer parámetros de eficiencia y sostenibilidad en el diseño del proceso productivo inteligente, aplicando los principios de la economía circular.

**CR3.1** Los aspectos de la economía circular que son de aplicación al proceso productivo se describen, definiendo los parámetros de eficiencia y sostenibilidad en función de las características de cada proceso.

**CR3.2** Los criterios de eficiencia energética se aplican, teniendo en cuenta las dimensiones económica, social y medioambiental del proceso productivo inteligente.

**CR3.3** Los aspectos de la normativa aplicable de fabricación industrial que son de aplicación al proceso productivo inteligente se seleccionan, aplicando los aspectos seleccionados y estableciendo los parámetros según exigencias del encargo.

**RP4:** Caracterizar sistemas de control de la producción y sistemas digitales de gestión de la organización, proponiendo el nivel óptimo de integración de los mismos.

**CR4.1** Los sistemas digitales de control de la producción se identifican, determinando su adecuación a las necesidades de los objetivos de producción.

**CR4.2** Las mejoras de los sistemas digitales de control de la producción para su adaptación a la producción inteligente se proponen, verificando que son conformes a las exigencias del encargo de proceso de fabricación inteligente.

**CR4.3** Los sistemas digitales de gestión de la empresa, proponiendo su actualización y/o implantación en caso necesario se identifican, proponiendo el nivel óptimo de integración según las necesidades de la organización.

**RP5:** Asegurar el cumplimiento de las especificaciones de funcionamiento, participando en equipos multidisciplinares para la integración del sistema de control digital de la producción con los sistemas de gestión inteligente de la empresa.

**CR5.1** Los datos obtenidos por los sistemas de control de la producción en bases de datos se almacenan, implantando sistemas digitales de control de la producción.

**CR5.2** Los sistemas MES y ERP se alimentan a partir de la incorporación de datos, valorando su utilidad.

**CR5.3** Los datos de gestión de la empresa a los sistemas de control de la producción se alimentan, integrando los sistemas de control de la producción de la empresa con los sistemas digitales de gestión.

**CR5.4** La respuesta a las especificaciones de funcionamiento de la integración de ambos sistemas se comprueba, verificando que son conformes a las exigencias del encargo de fabricación inteligente.

**RP6:** Asegurar la sostenibilidad del ciclo de vida del producto, elaborando programas de gestión del mismo según los principios de la economía circular.

**CR6.1** Los principios de la economía circular se selecciona, definiendo los parámetros de mercado necesarios para poder realizar el lanzamiento de un producto.

**CR6.2** Las necesidades de colaboración con otras empresas para la comercialización del producto se determinan, definiendo las necesidades internas que la empresa puede cubrir para la fabricación del producto.

**CR6.3** Los datos recogidos del proceso en la aplicación de gestión de vida del producto se incorporan, elaborando un diagrama de PLM (Product Lifecycle Management - Gestión de ciclo de vida del producto) completo, desde la materia prima hasta la estrategia de sostenibilidad del producto.

## Contexto profesional

### Medios de producción

Sistema de proyección. Ordenadores en red y con acceso a internet. Escáner. Plotter. Programas de gestión de proyectos. Sistemas de reprografía. Equipos audiovisuales. Software de diseño y simulación de sistemas de automatización y robótica industrial. Software de desarrollo de SCADA. Software de

control digital de la producción: sistemas de ejecución de la fabricación (MES - Manufacturing Execution Systems), planificación de recursos de la empresa (ERP - Enterprise Resource Planning), aplicación de gestión de ciclo de vida del producto (PLM - Product Lifecycle Management), entre otros. Software de control digital de la gestión de la empresa. Generador de funciones. Componentes neumáticos, hidráulicos, electro-hidráulicos y electro-neumáticos: válvulas, actuadores, indicadores y otros. Elementos de mando y maniobra. Bombas, motores y cilindros hidráulicos. Acumuladores hidráulicos. Elementos de protección. Contadores de energía activa y reactiva monofásicos y trifásicos. Luxómetro. Transformadores. Polímetros. Fuentes de alimentación. Frecuencímetros. Equipos de neumática, hidráulica, electro-neumática y electro-hidráulica. Equipos de electrónica de potencia. Automatas programables. Osciloscopios. Inyector de señales. Herramientas y máquinas portátiles de mecanizado para electricidad. Bancos de ensayos, control, regulación y acoplamiento de máquinas eléctricas estáticas y rotativas. Pinzas amperimétricas. Tacómetros. Diversos tipos de motores. Arrancadores progresivos y variadores de velocidad. Equipos para electrotecnia. Equipos para construcción de cuadros eléctricos. Instalaciones de circuitos de electricidad-electrónica. Elementos y equipos de comunicaciones industriales. Equipamientos y elementos de medición y control. Equipamiento para la realización de ensayos. Equipos y herramientas de mecanizado manual. Equipamientos y elementos de medición y control. Equipamiento para la realización de mediciones y verificación de elementos. Mecanismos. Equipos y accesorios para distintos tipos de soldadura. Estaciones de distribución, verificación, procesamiento, robots y otros. Línea de fabricación inteligente. Equipos de verificación y medida. Equipos de protección individual y colectiva asociada al puesto de trabajo.

### Productos y resultados

Caracterización de sistemas de fabricación inteligente. Establecimiento de parámetros de seguridad en el diseño del proceso productivo inteligente. Establecimiento de parámetros de eficiencia y sostenibilidad en el diseño del proceso productivo inteligente. Caracterización de los sistemas de control de la producción y sistemas digitales de gestión de la organización. Aseguramiento del cumplimiento de las especificaciones de funcionamiento. Aseguramiento de la sostenibilidad del ciclo de vida del producto.

### Información utilizada o generada

Normas, fórmulas y datos para montaje de instalaciones. Documentación técnica. Planos de conjunto y detalle de instalaciones. Planos y esquemas de conjunto y detalle de maquinaria, equipamiento industrial y líneas de producción automatizadas. Informes técnicos de procesos productivos. Especificaciones técnicas de equipos y materiales. Documentación técnica de referencia de procesos productivos. Requerimientos contractuales. Normas y reglamentos de aplicación en vigor. Planes de pruebas de maquinaria, equipamiento industrial y líneas de producción automatizadas. Proyecto sobre prevención de riesgos laborales.



## UNIDAD DE COMPETENCIA 3

### Integrar entornos conectados a red e internet de las cosas

Nivel: 3  
Código: UC2646\_3  
Estado: BOE

#### Realizaciones profesionales y criterios de realización

**RP1:** Almacenar datos del proceso productivo, aplicando los requerimientos de seguridad y accesibilidad establecidos en proyectos de fabricación inteligente.

**CR1.1** Los medios de almacenamiento en función de los requerimientos del proceso se seleccionan, aplicando la tecnología de grabación y acceso a los datos.

**CR1.2** Las bases de datos disponibles con las tecnologías implementadas de control de la producción se caracterizan, almacenando los datos necesarios del proceso de fabricación inteligente.

**CR1.3** Las fuentes externas de datos se identifican, almacenando éstos en las bases de datos internas.

**CR1.4** Las estructuras de comunicación de datos seguras se utilizan, verificando que son conformes al encargo del proceso de fabricación inteligente.

**RP2:** Implementar soluciones de comunicaciones avanzadas, aplicando la encriptación, firma y autenticación de la información en proyectos de fabricación inteligente.

**CR2.1** Las soluciones hardware se discriminan, seleccionando aquellas que se adecúan a la realidad industrial de la empresa.

**CR2.2** Los sensores y elementos de telemetría en la red mediante protocolos de comunicación robustos se integran, comprobando las exigencias del encargo del proceso de fabricación inteligente.

**CR2.3** La red industrial con otras redes empresariales se integran, asegurando la accesibilidad a quienes tengan el nivel de acceso requerido.

**CR2.4** Los mecanismos y precauciones para prevenir el uso no deseado de información mediante la encriptación de la misma dentro de la red empresarial se establecen, garantizando las exigencias del encargo del proceso de fabricación inteligente.

**CR2.5** Las redes de comunicaciones móviles de última generación para la transferencia de datos se aplican, integrando los protocolos de comunicación e interacción con un sistema MES o ERP.

**RP3:** Integrar sistemas de almacenamiento de datos en entornos inteligentes, aplicándolos a lo largo de la cadena de valor en procesos de fabricación.

**CR3.1** Los datos disponibles en las bases se hacen se utilizan, mostrándolos de una manera eficaz y eficiente según requerimientos de las exigencias del encargo del proceso de fabricación inteligente.

**CR3.2** Los distintos formatos de información a utilizar se emplean, integrándolos en un único sistema de gestión de la empresa.

**CR3.3** La información necesaria se ordena, clasificándola posteriormente, generando mecanismos de limpieza de la información, no necesaria y empleando un protocolo de comunicación hombre-máquina.

**RP4:** Generar entornos seguros de trabajo, analizando posibles amenazas a nivel de puesto de trabajo, de planta o proceso y de red en procesos de fabricación inteligente.

**CR4.1** Los puntos de conflicto en la red de la empresa y las debilidades se identifican, determinando e integrando las herramientas hardware necesarias para evitar accesos no deseados y usos indebidos de la información.

**CR4.2** Los entornos monitorizados en tiempo real se generan, garantizando las exigencias del encargo del proceso de fabricación inteligente.

**CR4.3** Las herramientas de encriptación y certificación de los datos se programan de forma segura para su posterior utilización, verificando que son conformes a las exigencias del encargo del proyecto de fabricación inteligente.

## Contexto profesional

### Medios de producción

Sistema de proyección. Ordenadores en red y con acceso a internet. Sistemas de reprografía. Equipos y herramientas de mecanizado manual electromecánico. Equipamientos y elementos de medición y control. Equipamiento para la realización de mediciones y verificación de elementos. Mecanismos. Estaciones de distribución, verificación, procesamiento, robots y otros. Autómatas programables. Equipos de verificación y medida. Software de aplicación. Inyector de señales. Herramientas y máquinas portátiles de mecanizado para electricidad. Bancos de ensayos, control, regulación y acoplamiento de máquinas eléctricas estáticas y rotativas. Elementos y equipos de comunicaciones industriales. Equipamientos y elementos de medición y control. Equipamiento para la realización de ensayos. Equipos de protección individual y colectiva asociada al puesto de trabajo.

### Productos y resultados

Almacenamiento de datos del proceso productivo. Implementación de soluciones de comunicaciones avanzadas. Integración de sistemas de almacenamiento de datos en entornos inteligentes. Generación de entornos seguros de trabajo.

### Información utilizada o generada

Normas, fórmulas y datos para montaje de instalaciones. Documentación técnica. Planos de conjunto y detalle de instalaciones. Planos y esquemas de conjunto y detalle de maquinaria, equipamiento industrial y líneas de producción automatizadas. Especificaciones técnicas de equipos y materiales. Documentación técnica de referencia. Requerimientos contractuales. Normas y reglamentos de aplicación en vigor. Planes de pruebas de maquinaria, equipamiento industrial y líneas de producción automatizadas. Proyecto sobre prevención de riesgos laborales.

## UNIDAD DE COMPETENCIA 4

### Realizar el modelo virtual de procesos productivos y/o máquinas

Nivel: 3  
Código: UC2647\_3  
Estado: BOE

#### Realizaciones profesionales y criterios de realización

**RP1:** Determinar el modelo virtual de un proceso productivo y/o máquina, aplicando la información obtenida de los elementos de campo en la fabricación inteligente.

**CR1.1** Los procesos productivos y/o máquinas con criterios de optimización y eficiencia se especifican en la fabricación inteligente, según encargo.

**CR1.2** Las tecnologías de virtualización adecuadas en función de cada requerimiento se seleccionan, verificando las exigencias del encargo de proceso industrial de fabricación inteligente.

**CR1.3** Las especificaciones de la virtualización de cada elemento de campo en un proceso de fabricación inteligente se determinan, aportando medidas de mejora en los procesos productivos y/o máquina.

**CR1.4** Las etapas de virtualización conforme a los objetivos establecidos se definen, verificando que son conformes a los requisitos del encargo.

**RP2:** Especificar los requisitos del modelo virtual de un proceso productivo y/o máquina, planificando las diferentes etapas del proceso de fabricación inteligente.

**CR2.1** Las etapas del proceso productivo y/o máquina a virtualizar se planifican, definiéndolas y analizándolas en cada una de ellas.

**CR2.2** Los componentes del proceso productivo y/o máquina se describen de manera exacta, considerando todas las suposiciones posibles.

**CR2.3** Las posibles soluciones alternativas se enumeran, previamente identificadas, proponiendo el modelo optimizado y considerando las restricciones funcionales, técnicas y económicas del proceso productivo y/o máquina.

**RP3:** Validar modelos virtuales, verificando su funcionamiento mediante la ejecución de modelos de simulación.

**CR3.1** El modelo virtual se ejecuta mediante un modelo de simulación, eventos con velocidad y temporización variable respecto del modelo real.

**CR3.2** Las tecnologías con una interfaz gráfica que permite modelar y visualizar sistemas virtuales se analizan, realizando las suposiciones de funcionamiento en el proceso productivo y/o máquina.

**CR3.3** El proceso productivo y/o máquina existente, en el caso de modificaciones se analiza, optimizándola a través del modelo virtual.

**CR3.4** El modelo virtual del proceso productivo y/o máquina se valida, verificando que cumple con las exigencias establecidas en el encargo del proceso de fabricación inteligente.

**RP4:** El modelo virtual del proceso productivo y/o máquina se valida, verificando que cumple con las exigencias establecidas en el encargo del proceso de fabricación inteligente.

**CR4.1** Los elementos y variables entre el sistema virtual y el sistema productivo y/o máquina real se conexionan, validando de forma virtual el rendimiento de ambos.

**CR4.2** La eficacia de funcionamiento de un proceso productivo previo a ser lanzado a la producción real se valida, creando una metodología productiva para mantener la eficiencia en diferentes escenarios.

**CR4.3** Los datos de diferentes fuentes del proceso productivo y/o máquina se analizan, evitando tiempos de inactividad y realizando un mantenimiento preventivo.

**RP5:** Optimizar los procesos de puesta en marcha de la máquina o proceso productivo, ejecutando modelos virtuales.

**CR5.1** Los procesos productivos y/o máquinas para definir y evaluar su rendimiento se simulan en tiempo real, identificando los problemas de puesta en marcha de forma virtual.

**CR5.2** Los problemas testeados de forma virtual y eficiente se rectifican, reduciendo los tiempos de puesta en servicio, riesgos y errores humanos en la puesta en marcha de procesos productivos y/o máquinas.

**CR5.3** El funcionamiento previsto de manera virtual para reducir costes de instalación y tiempo de puesta en marcha del proceso productivo y/o máquina se comprueban, verificando que son conformes a las exigencias del encargo de fabricación inteligente.

## Contexto profesional

### Medios de producción

Sistema de proyección. Ordenadores en red y con acceso a internet. Escáner. Plotter. Programas de gestión de proyectos. Sistemas de reprografía. Equipos audiovisuales. Software de diseño y simulación de sistemas de automatización y robótica industrial. Software de desarrollo de SCADA. Software de control digital de la producción: sistemas de ejecución de la fabricación (MES - Manufacturing Execution Systems), planificación de recursos de la empresa (ERP - Enterprise Resource Planning), aplicación de gestión de ciclo de vida del producto (PLM - Product Lifecycle Management), entre otros. Software de control digital de la gestión de la empresa. Generador de funciones. Componentes neumáticos, hidráulicos, electro-hidráulicos y electro-neumáticos: válvulas, actuadores, indicadores y otros. Elementos de mando y maniobra. Bombas, motores y cilindros hidráulicos. Acumuladores hidráulicos. Elementos de protección. Contadores de energía activa y reactiva monofásicos y trifásicos. Luxómetro. Transformadores. Polímetros. Fuentes de alimentación. Frecuencímetros. Equipos de neumática, hidráulica, electro-neumática y electro-hidráulica. Entrenadores de electrónica de potencia. Autómatas programables. Osciloscopios. Inyector de señales. Herramientas y máquinas portátiles de mecanizado para electricidad. Bancos de ensayos, control, regulación y acoplamiento de máquinas eléctricas estáticas y rotativas. Pinzas amperimétricas. Tacómetros. Diversos tipos de motores. Arrancadores progresivos y variadores de velocidad. Entrenadores para electrotecnia. Equipos para construcción de cuadros eléctricos. Instalaciones de circuitos de electricidad-electrónica. Elementos y equipos de comunicaciones industriales. Equipamientos y elementos de medición y control. Equipamientos y elementos de medición y control. Equipamiento para la realización de mediciones y verificación de elementos. Mecanismos. Equipos y accesorios para distintos tipos de soldadura. Estaciones de: distribución, verificación, procesamiento, robots y otros. Línea de fabricación inteligente. Equipos de verificación y medida. Equipos de protección individual y colectiva asociada al puesto de trabajo.

### Productos y resultados

Determinación del modelo virtual de un proceso productivo y/o máquina. Especificación de los requisitos del modelo virtual de un proceso productivo y/o máquina. Validación de modelos virtuales mediante la ejecución de modelos de simulación. Comprobación de la eficacia de funcionamiento de procesos productivos inteligentes. Optimización de los procesos de puesta en marcha de la máquina o proceso productivo con modelos virtuales.

### Información utilizada o generada

Normas, fórmulas y datos para montaje de instalaciones. Documentación técnica. Planos de conjunto y detalle de instalaciones. Planos y esquemas de conjunto y detalle de maquinaria, equipamiento industrial y líneas de producción automatizadas. Informes técnicos de fabricación. Especificaciones técnicas de equipos y materiales. Documentación técnica de referencia. Requerimientos contractuales. Normas y reglamentos de aplicación en vigor. Planes de pruebas de maquinaria, equipamiento industrial y líneas de producción automatizadas. Proyecto sobre prevención de riesgos laborales.

## MÓDULO FORMATIVO 1

### METROLOGÍA E INSTRUMENTACIÓN INTELIGENTE

Nivel:	3
Código:	MF2639_3
Asociado a la UC:	UC2639_3 - INTEGRAR METROLOGÍA E INSTRUMENTACIÓN INTELIGENTE EN PROCESOS PRODUCTIVOS
Duración (horas):	60
Estado:	BOE

#### Capacidades y criterios de evaluación

**C1:** Aplicar técnicas para determinar los requisitos de captación de datos y su medida en cada etapa del proceso, aplicando criterios de optimización y eficiencia en proyectos de mantenimiento industrial.

**CE1.1** Indicar las tecnologías para la captación de datos en procesos de mantenimiento industrial.

**CE1.2** Establecer criterios de optimización de las operaciones en los puntos para la sensorización de equipos.

**CE1.3** En un supuesto práctico para determinar la captación de datos y medida en cada etapa en un proceso de mantenimiento industrial simulado:

- Determinar las especificaciones metrológicas de cada elemento de campo según alcance del proyecto de mantenimiento.
- Determinar las condiciones de compensación frente a parámetros secundarios que son de aplicación a cada elemento de campo, verificando la cadencia de medición y el tiempo de respuesta necesario a emplear en cada uno de ellos.

**C2:** Seleccionar técnicas para especificar los requisitos de conectividad de los elementos de campo inteligentes, analizando las tecnologías de comunicaciones implantadas en proyectos de mantenimiento industrial encargado.

**CE2.1** Describir las necesidades de sensorización, en función del grado de automatización e integración óptimo, así como de su relación coste/beneficio en procesos de mantenimiento industrial.

**CE2.2** Especificar las técnicas para realizar la conectividad de elementos de campo inteligentes para procesos de mantenimiento industrial.

**CE2.3** En un supuesto práctico para determinar los requisitos de conectividad y comunicación entre elementos de campo inteligentes en un proceso de mantenimiento industrial simulado:

- Analizar las necesidades de sensorización, en función del grado de automatización e integración, así como de su relación coste/beneficio, especificando el tipo de conectividad adecuado para los elementos de campo inteligentes.
- Configurar los elementos de campo con el sistema de control para una comunicación óptima según los requisitos establecidos para el proyecto de mantenimiento.
- Comprobar la comunicación del elemento de campo con el sistema de control del proceso según los requisitos establecidos para el proyecto de mantenimiento.

**C3:** Aplicar técnicas de integración de los elementos de campo con el sistema de control, determinando su funcionamiento autónomo o su aportación al sistema en proyectos de mantenimiento industrial.

**CE3.1** Seleccionar la información a intercambiar entre el sistema de control y elemento de campo según las tecnologías de comunicaciones existentes.

**CE3.2** Indicar técnicas de configuración de elementos de campo integrados en procesos de mantenimiento industrial con parámetros de comunicaciones y funcionamiento autónomo en su caso.

**CE3.3** En un supuesto práctico para integrar elementos de campo con el sistema de control inteligente en un proceso de mantenimiento industrial simulado:

- Determinar la información a intercambiar entre el sistema de control y elemento de campo, seleccionando éste según las tecnologías de comunicaciones existentes.
- Configurar, previamente instalado, el elemento de campo con los diversos parámetros de comunicaciones y funcionamiento autónomo en su caso.
- Verificar el funcionamiento del elemento de campo según los requisitos establecidos en el proyecto de mantenimiento encargado.

**C4:** Seleccionar técnicas para determinar la aplicación de los sistemas de visión artificial, láser y luz estructurada para integrarlos en un proceso de mantenimiento industrial.

**CE4.1** Describir sistemas y/o aplicaciones de visión artificial, láser y luz estructurada existentes en el mercado para aplicar a proyectos de mantenimiento industrial.

**CE4.2** Indicar propuestas de mejora en la aplicación de sistemas de visión artificial en la aplicación de proyectos de mantenimiento industrial.

**CE4.3** En un supuesto práctico para determinar sistemas y/o aplicaciones de visión artificial, láser y luz estructurada en un proceso de mantenimiento industrial simulado:

- Identificar los puntos del sistema en los que serían de aplicación los sistemas de visión artificial.
- Valorar los sistemas y/o aplicaciones de visión artificial, láser y luz estructurada existentes en el mercado a aplicar en el proceso de mantenimiento industrial.
- Proponer la solución óptima y eficiente para dar respuesta a las necesidades del sistema en cuanto a la aplicación de sistemas de visión artificial, láser y luz estructurada.
- Configurar, previamente instalados, los sistemas de visión artificial, láser y luz estructurada seleccionados.
- Valorar la mejora en los parámetros de funcionamiento del sistema que suponen los sistemas de visión artificial, láser y luz estructurada aplicados en el proyecto de mantenimiento industrial.

## Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo

C1 respecto a CE1.3; C2 respecto a CE2.3; C3 respecto a CE3.3 y C4 respecto a CE4.3.

### Otras Capacidades:

Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos.

Adaptarse a la organización, a sus cambios estructurales y tecnológicos, así como a situaciones o contextos nuevos.

Proponer alternativas con el objetivo de mejorar resultados.

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.  
Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Aplicar de forma efectiva el principio de igualdad de trato y no discriminación en las condiciones de trabajo entre mujeres y hombres.

## Contenidos

### 1 Determinación de los requisitos de captación y medida

Tolerancias: especificaciones geométricas de productos. Matriz con enfoque GPS.

Tolerancias ISO de dimensiones, geometría, posición, estado superficial y caracterización de materiales.

Verificación de la conformidad del producto: inspección mediante medición de piezas y equipos de medida. Procedimientos de medición directa e indirecta con: calibre, micrómetro, reloj comparador, alexómetro, rugosímetro, durómetro, calibre pasa-no pasa.

Metrología aplicados a captadores y medidores.

Sistema nacional de calidad y seguridad.

Incertidumbre del instrumento. Incertidumbre de la medida.

Calibración y verificación de los equipos de medida. Trazabilidad, tolerancias, intervalos de aceptación.

Adecuación de los equipos de medida a las necesidades derivadas de las especificaciones dimensionales, geométricas, superficiales y de otras magnitudes.

Factores económicos asociados a los equipos de captación y medición.

Selección óptima y eficiente de los equipos.

Funciones integradas de calibración y diagnóstico.

Mantenimiento de equipos.

### 2 Especificación de los requisitos de conectividad de los elementos de campo inteligentes

Tecnologías de captación y medición existentes en el mercado.

Funciones de autodiagnóstico y autocalibración de los sensores.

Conectividad de los sensores: Redes específicas para sensorización. Redes de automatización de mayor nivel. Conectividad inalámbrica. Sensores con conexión directa a la nube. Ciberseguridad aplicados a redes de sensores.

Tecnologías para el posicionamiento, manipulación y transporte inteligente: Utilajes modulares.

Robots colaborativos o cintas de transporte.

Tecnologías de captación y detección. Sistemas y sensores. Láser. Condiciones ambientales. Capacitivos. Inductivos. Magnéticos.

Tecnologías para identificación y transmisión de la información. Sistemas RFID

Tecnologías de medición. existentes en el mercado. Sistemas de: palpado, láser, ópticos, ultrasonidos, tomografía.

### 3 Integración de los elementos de campo con el sistema y/o determinación de su funcionamiento autónomo

Información a intercambiar entre el sistema y el sensor/medidor: datos de calibración; datos de compensación; direccionamiento; información propia del sensor; datos de la medición.

Información para la programación remota del sensor/medidor.

Información a compartir con otros sensores en un sistema distribuido. Velocidad de la comunicación.



Capacidades de funcionamiento autónomo y control del proceso de los sensores inteligentes: capacidad de procesado.

Determinación de la utilidad de los sistemas de visión artificial, láser y luz estructurada: soluciones de visión artificial disponibles en el mercado; características y utilidad; soluciones basadas en láser disponibles en el mercado; características y utilidad; soluciones basadas en luz estructurada disponibles en el mercado; características y utilidad; integración de las soluciones en el proceso.

## Parámetros de contexto de la formación

### Espacios e instalaciones

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal, igualdad de género y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 6 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

### Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la integración de la metrología e instrumentación inteligente en procesos productivos, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## MÓDULO FORMATIVO 2

### Procesos productivos inteligentes

Nivel:	3
Código:	MF2645_3
Asociado a la UC:	UC2645_3 - Caracterizar procesos productivos inteligentes
Duración (horas):	120
Estado:	BOE

### Capacidades y criterios de evaluación

**C1:** Aplicar técnicas para caracterizar sistemas de fabricación inteligente, determinando los requerimientos de ingeniería de producción y tecnologías avanzadas en procesos productivos.

**CE1.1** Definir objetivos de producción de proceso de fabricación industrial inteligente.

**CE1.2** Describir indicadores clave de rendimiento (KPIs) y ofertas de los OEMs (Original Equipment Manufacturer - Fabricante Original de Equipamiento) del sector.

**CE1.3** En un supuesto práctico para caracterizar sistemas de fabricación inteligente en un proceso industrial simulado:

- Establecer los objetivos de producción del sistema, definiendo las etapas del proyecto de fabricación inteligente.
- Identificar los indicadores clave de rendimiento (KPIs) para cada etapa de producción, seleccionando la tecnología a utilizar y analizando las ofertas de los OEMs (Original Equipment Manufacturer - Fabricante Original de Equipamiento) del sector.
- Determinar los medidores, captadores y sensores, entre otros, teniendo en cuenta los aspectos metrológicos que aplican a los diferentes procesos y/o tecnologías.
- Realizar la interacción de los parámetros del sistema en su optimización, verificando la incorporación de tecnologías inteligentes que faciliten la consecución de los KPIs del proceso.

**C2:** Analizar técnicas para establecer parámetros de seguridad en el diseño del proceso productivo inteligente según diferentes normativas vinculadas a la fabricación industrial.

**CE2.1** Describir la normativa aplicable, relativa a la seguridad a aplicar en el proceso productivo inteligente y en las máquinas de la instalación.

**CE2.2** Indicar los estudios de casos de seguridad (Safety Cases) necesarios para justificar sistemas seguros y los entornos operativos de aplicaciones en procesos productivos inteligentes.

**CE2.3** En un supuesto práctico para establecer parámetros de seguridad en el diseño del proceso productivo inteligente industrial simulado:

- Determinar la normativa aplicable, tanto europea como nacional, relativa a la seguridad, identificando los requerimientos de seguridad establecidos por ésta al proceso productivo y máquinas de la instalación.
- Caracterizar el estado actual de los procesos y de las máquinas de la instalación a la luz de los requerimientos de seguridad identificados según el encargo de diseño del proceso.

- Realizar los estudios de casos de seguridad (Safety Cases) necesarios para justificar que los sistemas son seguros para las aplicaciones y los entornos operativos específicos según el encargo de diseño de proceso.
- Realizar la evaluación de riesgos necesaria para identificar y valorar los riesgos más probables asociados a los procesos y a las máquinas, definiendo los más importantes a tener en cuenta en el diseño o modificación del proceso productivo.

**C3:** Describir técnicas para establecer parámetros de eficiencia y sostenibilidad en el diseño de un proceso productivo inteligente según los principios de la economía circular.

**CE3.1** Definir los aspectos de la economía circular que son de aplicación a procesos productivos inteligentes.

**CE3.2** Indicar los parámetros de eficiencia y sostenibilidad en función de las características de cada proceso de fabricación inteligente.

**CE3.3** En un supuesto práctico para establecer parámetros de eficiencia y sostenibilidad en el diseño de un proceso productivo inteligente simulado:

- Describir los aspectos de la economía circular que son de aplicación al proceso productivo, definiendo los parámetros de eficiencia y sostenibilidad en función de las características de cada proceso.
- Aplicar los criterios de eficiencia energética, teniendo en cuenta las dimensiones económica, social y medioambiental del proceso productivo inteligente.
- Seleccionar los aspectos de la normativa aplicable que son de incorporación al proceso productivo inteligente, estableciendo los parámetros según exigencias del diseño del encargo.

**C4:** Aplicar técnicas para caracterizar sistemas de control de la producción y sistemas digitales de gestión de la organización para un nivel óptimo de integración de los mismos.

**CE4.1** Describir sistemas digitales de control de la producción a aplicar a procesos productivos inteligentes.

**CE4.2** Indicar sistemas digitales de gestión de empresas para procesos productivos inteligentes.

**CE4.3** En un supuesto práctico para determinar sistemas y/o aplicaciones de visión artificial, láser y luz estructurada en un proceso de mantenimiento industrial simulado:

- Identificar los sistemas digitales de control de la producción, determinando su adecuación a las necesidades de los objetivos de producción.
- Proponer las mejoras de los sistemas digitales de control de la producción para su adaptación a la producción inteligente según exigencias del encargo.
- Identificar sistemas digitales de gestión de la empresa, proponiendo su actualización y/o implantación en caso necesario, según el nivel óptimo de integración según las necesidades de la organización.

**C5:** Aplicar técnicas para asegurar el cumplimiento de las especificaciones de funcionamiento en la integración del sistema de control digital de la producción con los sistemas de gestión inteligente de una empresa.

**CE5.1** Describir los sistemas de control digital MES y ERP a aplicar en procesos de fabricación inteligentes.

**CE5.2** Indicar formas de integración de sistemas de control de fabricación y ejecución en procesos de fabricación inteligentes.

**CE5.3** En un supuesto práctico para asegurar el cumplimiento de las especificaciones de funcionamiento, colaborando con equipos multidisciplinares en la integración del sistema de control digital a un proceso inteligente industrial simulado:

- Almacenar los datos obtenidos por los sistemas de control de la producción en bases, implantando sistemas digitales de control de la producción.
- Determinar la utilidad de alimentar los datos obtenidos en los sistemas MES y ERP.
- Alimentar los datos de gestión de la empresa a los sistemas de control de la producción, integrando los sistemas de control de la producción de la empresa con los sistemas digitales de gestión.
- Comprobar la respuesta a las especificaciones de funcionamiento de la integración de ambos sistemas, verificando que son conformes a las exigencias del encargo.

**C6:** Aplicar técnicas para asegurar la sostenibilidad del ciclo de vida del producto, diseñando programas de gestión según los principios de la economía circular.

**CE6.1** Describir los principios de la economía circular aplicar en el ciclo de vida de un producto.

**CE6.2** Enunciar técnicas de diseño de diagrama de PLM para la gestión de ciclo de vida del producto.

**CE6.3** En un supuesto práctico para asegurar la sostenibilidad del ciclo de vida del producto diseñando programas de gestión según los principios de la economía circular en un proceso industrial inteligente simulado:

- Seleccionar los principios de la economía circular pertinentes, definiendo los parámetros de mercado necesarios para poder realizar el lanzamiento de un producto.
- Determinar las necesidades de colaboración con otras empresas para la comercialización del producto, definiendo las necesidades internas que la empresa puede cubrir para la fabricación del producto.
- Incorporar los datos recogidos del proceso en la aplicación de gestión de vida del producto, diseñando un diagrama de PLM de gestión de ciclo de vida del producto.

## Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo

C1 respecto a CE1.3; C2 respecto a CE2.3; C3 respecto a CE3.3; C4 respecto a CE4.3; C5 respecto a CE5.3 y C6 respecto a CE6.3.

### Otras Capacidades:

Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos.

Adaptarse a la organización, a sus cambios estructurales y tecnológicos, así como a situaciones o contextos nuevos.

Proponer alternativas con el objetivo de mejorar resultados.

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Aplicar de forma efectiva el principio de igualdad de trato y no discriminación en las condiciones de trabajo entre mujeres y hombres.

## Contenidos

**1 Caracterización de un sistema de fabricación inteligente aplicando recursos de ingeniería de producción y tecnologías avanzadas**

Fabricación inteligente.  
Introducción a tecnologías avanzadas  
Robótica colaborativa. Redes de comunicación.  
Sistemas de control de la fabricación MCS (Manufacturing Control Systems).  
Sistemas de ayuda al operario o al mantenedor.  
Integración de sistemas. Fabricación aditiva.  
Cloud computing, principios aplicables de ciberseguridad e Internet de las cosas.  
Indicadores clave de rendimiento KPIs (Key Performance Indicators).  
Procesos continuos. Procesos discretos. Mapeo de procesos.  
Principios de la ingeniería de procesos. Lean SixSigma (DMAIC: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar).  
Ventajas de la digitalización de procesos. Establecimiento de los parámetros de seguridad:  
Directivas europeas y normativas nacionales.  
Seguridad en un sistema productivo: PLs (Niveles de Rendimiento de la integración de la seguridad) o SIL (Nivel de Integración de Seguridad).  
Casos de seguridad (Safety Cases) y evaluaciones de riesgo (Risk Assessments).

## 2 Establecimiento de los parámetros de eficiencia y sostenibilidad en el diseño del proceso productivo inteligente, atendiendo a los principios de la economía circular

Eficiencia energética. Parámetros de medida y de consumo.  
Huella de carbono de un proceso o un producto.  
Economía circular. Reducir, reusar y reciclar.  
Parámetros de trazabilidad de un sistema.

## 3 Caracterización de sistemas de control de la producción y sistemas digitales de gestión de la organización, proponiendo el nivel óptimo de integración de los mismos

Selección de tecnologías acordes al proceso.  
Planificación de la producción 4.0: Big Data, gestión de la logística, eficiencia de las operaciones, trazabilidad de la vida del producto, entre otras.  
Técnicas plug & produce: reducción del tiempo de preparación.  
Calidad de un producto. Calidad en la fuente: Digital Poka-Yoke.  
Digitalización del flujo de información de la producción.  
Trazabilidad de los productos. Desde la materia prima hasta el consumidor. Legislación y/o ventaja competitiva.  
MES - Manufacturing Execution System - Sistema de Ejecución de la Fabricación. Ámbito de aplicación. Arquitectura. Integración de las tecnologías anteriores.

## 4 Aseguramiento del cumplimiento de las especificaciones de funcionamiento mediante la participación en equipos multidisciplinares para la integración del sistema de control digital de la producción con los sistemas de gestión inteligente de la empresa

Parámetros controlados por el ERP (Planificación de Recursos de la Empresa). Modelo de negocio como base del modelo empresarial.  
Enlace del ERP con el MRP (Material Requirements Planning - Planificación de los Requerimientos de Material), y el MES de la empresa.

Integración de los indicadores de recursos humanos con los sistemas de producción. Períodos vacacionales, necesidades puntuales de capacidad productiva, horas extraordinarias, formación, entre otros.

Gestión del ciclo de vida del cliente.

Previsión de las ventas.

Previsión de nuevos productos.

## 5 Aseguramiento de la sostenibilidad del ciclo de vida del producto diseñando programas de gestión del mismo según los principios de la economía circular

Diseño concurrente de producto y de proceso.

Gestión del ciclo de vida del producto (PLM).

Fabricación de prototipos. Diseño de experimentos.

Realidad virtual en el diseño.

Tiempo a mercado como ventaja competitiva.

Gestión de la calidad interna y del proveedor.

Integración de flujos de ingeniería con partners o proveedores. Ingeniería colaborativa: Diseño de Producto Asistido por Ordenador (DPAO). Ingeniería Asistida por Ordenador (CAE). Ingeniería de Procesos de Fabricación (CAPE). Desarrollo de Proyectos de Ingeniería de Producto (DPEP).

## Parámetros de contexto de la formación

### Espacios e instalaciones

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal, igualdad de género y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 6 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

### Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la caracterización de procesos productivos inteligentes, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.

- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## MÓDULO FORMATIVO 3

### Entornos conectados a red e Internet de las cosas

Nivel:	3
Código:	MF2646_3
Asociado a la UC:	UC2646_3 - Integrar entornos conectados a red e internet de las cosas
Duración (horas):	60
Estado:	BOE

#### Capacidades y criterios de evaluación

**C1:** Seleccionar técnicas para almacenar datos del proceso productivo según requerimientos de seguridad y accesibilidad de un proyecto de fabricación inteligente.

**CE1.1** Indicar la tecnología de grabación y acceso a los datos en procesos productivos de fabricación inteligente.

**CE1.2** Describir fuentes de datos externas a utilizar en procesos productivos de fabricación inteligente.

**CE1.3** En un supuesto práctico para almacenar datos del proceso productivo según requerimientos de seguridad y accesibilidad de un proyecto de fabricación inteligente simulado:

- Seleccionar los medios de almacenamiento en función de los requerimientos del proceso, aplicando la tecnología de grabación y acceso a los datos.
- Caracterizar las bases de datos disponibles con las tecnologías implementadas de control de la producción, almacenando los datos necesarios del proceso de fabricación inteligente.
- Identificar las fuentes externas de datos almacenado éstos en las bases de datos internas.
- Utilizar las estructuras de comunicación de datos seguras, verificando que son conformes al encargo.

**C2:** Aplicar técnicas para implementar soluciones de comunicaciones avanzadas de la información (encriptación, firma y autenticación) en un proyecto de fabricación inteligente.

**CE2.1** Describir el hardware para para implementar soluciones de comunicaciones avanzadas de la información.

**CE2.2** Indicar sensores y elementos de telemetría en la red con protocolos de comunicación robustos para usar en proyectos de fabricación inteligente.

**CE2.3** Indicar los protocolos de comunicación e interacción con los sistemas MES o ERP en comunicaciones de proyectos de fabricación inteligentes.

**CE2.4** En un supuesto práctico para implementar soluciones de comunicaciones avanzadas de la información (encriptación, firma y autenticación) de un proyecto de fabricación inteligente simulado:

- Discriminar las soluciones de hardware, seleccionando las que se adecúen a la realidad industrial de la empresa.
- Integrar sensores y elementos de telemetría en la red mediante protocolos de comunicación robustos, comprobando las exigencias del encargo del proceso de fabricación inteligente.

- Integrar la red industrial con otras redes empresariales, asegurando la accesibilidad a quienes tengan el nivel de acceso requerido.
- Establecer los mecanismos y precauciones para prevenir el uso no deseado de información mediante la encriptación de la misma dentro de la red empresarial.
- Aplicar las redes de comunicaciones móviles de última generación para la transferencia de datos, integrando los protocolos de comunicación e interacción con un sistema MES o ERP.

**C3:** Aplicar técnicas para integrar sistemas de almacenamiento de datos en entornos inteligentes a lo largo de la cadena de valor en un proceso de fabricación.

**CE3.1** Describir sistemas de almacenamiento de datos en entornos inteligentes.

**CE3.2** Indicar protocolos de comunicación hombre-máquina en entornos de fabricación inteligente.

**CE3.3** En un supuesto práctico para integrar sistemas de almacenamiento de datos en entornos inteligentes a lo largo de la cadena de valor en un proceso de fabricación inteligente simulado:

- Utilizar los datos disponibles en las bases, mostrándolos de una manera eficaz y eficiente según requerimientos de las exigencias del encargo del proceso de fabricación.
- Emplear distintos formatos de información a utilizar, integrándolos en un único sistema de gestión de la empresa.
- Clasificar la información, generando mecanismos de limpieza de la información no necesaria.
- Emplear protocolos de comunicación hombre-máquina.

**C4:** Seleccionar técnicas para generar entornos seguros de trabajo, analizando posibles amenazas a nivel de puesto de trabajo, de planta o proceso y de red en un proceso de fabricación inteligente.

**CE4.1** Describir herramientas y hardware para evitar accesos no deseados y usos indebidos de la información en proyectos de fabricación inteligente.

**CE4.2** Indicar herramientas de encriptación y certificación de los datos en procesos de fabricación inteligentes.

**CE4.3** En un supuesto práctico generar entornos seguros de trabajo, analizando posibles amenazas a nivel de puesto de trabajo, de planta o proceso y de red en un proceso de fabricación inteligente simulado:

- Identificar los puntos de conflicto en la red de la empresa y las debilidades, determinando e integrando las herramientas hardware necesarias para evitar accesos no deseados y usos indebidos de la información.
- Generar los entornos monitorizados en tiempo real, garantizando las exigencias del encargo del proceso de fabricación.
- Programar, utilizando de forma segura las herramientas de encriptación y certificación de datos, verificando que son conformes a las exigencias del encargo del proyecto de fabricación.

## Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo

C1 respecto a CE1.3; C2 respecto a CE2.4; C3 respecto a CE3.3 y C4 respecto a CE4.3.

### Otras Capacidades:

Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos.

Adaptarse a la organización, a sus cambios estructurales y tecnológicos, así como a situaciones o contextos nuevos.



Proponer alternativas con el objetivo de mejorar resultados.  
Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.  
Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.  
Aplicar de forma efectiva el principio de igualdad de trato y no discriminación en las condiciones de trabajo entre mujeres y hombres.

## Contenidos

### 1 Almacenamiento de los datos del proceso productivo aplicando los requerimientos de seguridad y accesibilidad establecidos

Tipos de almacenamiento de datos: niebla y nube.

Streaming y datos en tiempo real.

Escalabilidad de los servicios.

Bases de datos analíticas. Almacenes de datos.

Datos abiertos y obtención de datos externos.

Consultas y definición de datos en diferentes lenguajes.

Selección correcta de tipo de conectividad y protocolo de comunicación.

Encriptación de datos.

Recolección, ingesta y almacenamiento de datos. Plataformas para recolectar y almacenar datos, con herramientas distribuidas (beats, Logstash, Elasticsearch).

Herramientas de análisis de datos y analítica visual: análisis de datos, como herramientas de preprocesamiento y analítica visual.

Selección y aplicación de modelos de análisis. Técnicas base de modelos de análisis de datos, herramientas de clasificación, regresión y agrupamiento.

Herramientas de visualización de datos: herramientas de visualización, tanto de los datos como los resultados del análisis. (Grafana, kibana,...)

### 2 Aplicación de soluciones de comunicación avanzadas que permitan la encriptación, firma y autenticación de la información

Infraestructuras de red "Smart Factory": Wifi. o IO-LINK. o OPC UA. o PROFINET. ETHERNET TCP IP.

Protocolos de redes de sensores y telemetría.

Redes de alcance medio y de bajo consumo.

Protocolos seguros y encriptación de datos.

Tipos de sensores con comunicaciones IoT.

Métodos y técnicas de encriptación.

Itinerancia de datos.

Comunicación con MES y ERP.

### 3 Integración de los sistemas de almacenamiento de datos en entornos inteligentes a lo largo de la cadena de valor

Herramientas de visualización de datos.

Accesibilidad remota.

Web services.

Interacción hombre-máquina.

Tratamiento de datos en diferentes formatos y de diferentes fuentes.

Limpieza y preparación de datos.

Entornos de data science.

#### 4 Generación de entornos seguros de trabajo, analizando posibles amenazas a nivel de puesto de trabajo, de planta o proceso y de red

Problemática con la IoT industrial y tecnologías relacionadas.

Aspectos básicos de ciberseguridad industrial.

Normativa y buenas prácticas existentes, con diferenciación de entornos OT y entornos IT.

Técnicas de detección y explotación de vulnerabilidades. Herramientas básicas de explotación de vulnerabilidades desde sistemas de automatización y control (Shodan, Kali-Moki, entre otras).

Programación segura. Analizar los aspectos básicos de las comunicaciones industriales, los principales protocolos de comunicaciones empleados (ModBUS, BACnet, Profinet, entre otros), su funcionamiento y vulnerabilidades.

Monitorización de redes de sensores y dispositivos.

### Parámetros de contexto de la formación

#### Espacios e instalaciones

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal, igualdad de género y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 6 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

#### Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la integración de entornos conectados a red e internet de las cosas, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## MÓDULO FORMATIVO 4

### Modelos virtuales en procesos productivos y/o máquinas

Nivel:	3
Código:	MF2647_3
Asociado a la UC:	UC2647_3 - Realizar el modelo virtual de procesos productivos y/o máquinas
Duración (horas):	60
Estado:	BOE

### Capacidades y criterios de evaluación

**C1:** Aplicar técnicas para determinar el modelo virtual de un proceso productivo y/o máquina según la información obtenida de los elementos de campo en la fabricación inteligente.

**CE1.1** Indicar tecnologías de virtualización de procesos productivos y/o máquina en la fabricación inteligente.

**CE1.2** Describir las etapas de virtualización de procesos productivos y/o máquina en la fabricación inteligente.

**CE1.3** En un supuesto práctico para determinar el modelo virtual de un proceso productivo y/o máquina simulada según la información obtenida de los elementos de campo para la fabricación inteligente:

- Especificar los procesos productivos y/o máquinas con criterios de optimización y eficiencia para la fabricación inteligente según encargo.
- Seleccionar las tecnologías de virtualización en función de cada requerimiento, verificando las exigencias del encargo de proceso industrial de fabricación inteligente.
- Determinar las especificaciones de la virtualización de cada elemento de campo un proceso de fabricación inteligente, aportando las medidas de mejora en el proceso y/o máquina.
- Definir las diferentes etapas de virtualización conforme a los objetivos establecidos, verificando que son conformes a los requisitos del encargo.

**C2:** Seleccionar técnicas para especificar los requisitos del modelo virtual de un proceso productivo y/o máquina para las diferentes etapas en la fabricación inteligente.

**CE2.1** Indicar las etapas de planificación de procesos productivos o máquinas en un proceso de construcción inteligente.

**CE2.2** Describir soluciones alternativas, considerando restricciones funcionales, técnicas y económicas de un proceso productivo y/o máquina.

**CE2.3** En un supuesto práctico para especificar los requisitos del modelo virtual de un proceso productivo y/o máquina de fabricación inteligente:

- Planificar las etapas del proceso productivo y/o máquina a virtualizar, definiéndolas y analizándolas en cada una de ellas.
- Describir los componentes del proceso productivo y/o máquina, considerando todas las suposiciones posibles.
- Analizar soluciones alternativas, proponiendo el modelo optimizado, considerando las restricciones funcionales, técnicas y económicas del proceso productivo y/o máquina.

- C3:** Seleccionar técnicas para validar modelos virtuales en la ejecución de modelos de simulación de un proceso de fabricación inteligente.
- CE3.1** Describir tecnologías con interfaz gráfica para modelar y visualizar sistemas virtuales.
- CE3.2** Indicar modelos de simulación para procesos y/o máquinas de fabricación inteligentes.
- CE3.3** En un supuesto práctico para validar modelos virtuales en la ejecución de modelos de simulación de un proceso de fabricación inteligente:
- Ejecutar mediante un modelo de simulación, eventos con velocidad y temporización variable respecto del modelo real.
  - Analizar las tecnologías con una interfaz gráfica que permite modelar y visualizar sistemas virtuales, realizando las suposiciones de funcionamiento en el proceso productivo y/o máquina.
  - Analizar el proceso productivo y/o máquina existente, en el caso de modificaciones, optimizándola a través del modelo virtual.
  - Validar el modelo virtual del proceso productivo y/o máquina, según exigencias establecidas en el encargo del proceso de fabricación inteligente.
- C4:** Aplicar técnicas para comprobar la eficacia de funcionamiento de un proceso productivo inteligente con modelos virtuales de forma previa al lanzamiento de la producción real.
- CE4.1** Indicar elementos y variables entre un sistema virtual y el sistema productivo y/o máquina real.
- CE4.2** En un supuesto práctico para comprobar la eficacia de funcionamiento de un proceso productivo inteligente simulado con modelos virtuales de forma previa al lanzamiento en un proceso de fabricación inteligente:
- Conexionar los elementos y variables entre el sistema virtual y el sistema productivo y/o máquina real, validando de forma virtual el rendimiento de ambos.
  - Validar la eficacia de funcionamiento de un proceso productivo previo a ser lanzado a la producción real creando una metodología productiva para mantener la eficiencia en diferentes escenarios.
  - Analizar los datos de las fuentes del proceso productivo y/o máquina, evitando tiempos de inactividad y realizando un mantenimiento preventivo.
- C5:** Aplicar técnicas para optimizar el proceso de puesta en marcha de una máquina o proceso productivo inteligente realizado con modelos virtuales.
- CE5.1** Describir procesos de puesta en marcha de sistemas productivos y/o máquina realizados con modelos virtuales.
- CE5.2** En un supuesto práctico para optimizar el proceso de puesta en marcha de una máquina o proceso productivo inteligente realizado con modelos virtuales en un proceso de fabricación inteligente:
- Simular en tiempo real los procesos productivos y/o máquinas para diseñar y evaluar su rendimiento, identificando los problemas de puesta en marcha de forma virtual.
  - Rectificar los problemas testeados de forma virtual y eficiente, reduciendo los tiempos de puesta en servicio, riesgos y errores humanos en la puesta en marcha.
  - Comprobar el funcionamiento previsto de manera virtual para reducir costes de instalación y tiempo de puesta en marcha del proceso productivo y/o máquina, verificando que son conformes a las exigencias del encargo.
- CE5.3** Especificar ventajas e inconvenientes de la utilización de modelos virtuales en la puesta en marcha de una máquina o proceso productivo inteligente.

## Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo

C1 respecto a CE1.3; C2 respecto a CE2.3; C3 respecto a CE3.3; C4 respecto a CE4.2 y C5 respecto a CE5.2.

### Otras Capacidades:

Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos.

Adaptarse a la organización, a sus cambios estructurales y tecnológicos, así como a situaciones o contextos nuevos.

Proponer alternativas con el objetivo de mejorar resultados.

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Aprender nuevos conceptos o procedimientos y aprovechar eficazmente la formación utilizando los conocimientos adquiridos.

Aplicar de forma efectiva el principio de igualdad de trato y no discriminación en las condiciones de trabajo entre mujeres y hombres.

## Contenidos

### 1 Determinación del modelo virtual de un proceso productivo y/o máquina en base a la información obtenida de los elementos de campo

Virtualización de sistemas productivos.

Tecnologías de virtualización industrial existentes en el mercado.

Anticipación a posibles errores en el proceso productivo y/o máquina. Prevención y mejora de tiempos de inactividad. Planificación y desarrollo del futuro mediante simulaciones. Personalización de la producción y/o funcionamiento de máquina para cada requerimiento.

### 2 Especificación de los requisitos del modelo virtual de un proceso productivo y/o máquina, planificando las diferentes etapas del proceso

Tecnologías de automatización de un proceso productivo y/o máquina real: elementos de campo, de control y visualización. Redes de automatización. Conectividad y redes específicas de conexión entre los distintos elementos de campo. Emuladores de controlador. Análisis de procesos productivos y/o máquinas reales. Etapas de la cadena de valor en un proceso productivo y/o máquina.

### 3 Validación de modelos virtuales, verificando su funcionamiento mediante la ejecución de modelos de simulación

Selección de tecnologías de simulación y virtualización en el mercado actual para poder trabajar con modelos ya creados.

Características del modelo virtual relacionadas con las características del proceso productivo y/o máquina real o de semejanza comparable.

Predicción de los objetivos con exactitud a través de la virtualización.

### 4 Comprobación de la eficacia de funcionamiento de procesos productivos ejecutando los modelos virtuales de forma previa al lanzamiento de la producción real

Información que se debe analizar entre el sistema digital y el sistema real.

Diseño y personalización del proceso productivo y/o máquina mediante la integración de los aspectos reales y virtuales.

Predicción de las características de rendimiento del proceso productivo y/o máquina real.  
Reducción del tiempo de desarrollo, mejora de la calidad del producto o proceso terminado.  
Integración en tiempo real del modelo virtual y del proceso productivo y/o máquina real.  
Análisis de los datos para tareas de mantenimiento preventivo en máquinas.

## 5 Optimización de los procesos de puesta en marcha de la máquina o proceso productivo ejecutando modelos virtuales

Capturar, agregar y analizar datos operativos del proceso productivo y/o máquina.  
Obtención de información para mejorar los modelos virtuales.  
Mejorar la eficiencia de los productos y el sistema de producción.  
Reducción del tiempo de puesta en marcha.  
Reducción de riesgos para operarios e instalaciones.

## Parámetros de contexto de la formación

### Espacios e instalaciones

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal, igualdad de género y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 6 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

### Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con los modelos virtuales en procesos productivos y/o máquinas, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:
  - Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
  - Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.
2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.